

Winkel (Fig. 7 und 8); im ersten Falle ragt die Spitze des Fortsatzes über den Oberrand der Valve, im letzteren über deren Hinterrand hervor. Diese Struktur des inneren Fortsatzes war bisher noch nicht bekannt.

(Fortsetzung folgt.)

### *Das Problem der Rückkehr zum Nest der forschenden Ameise.*

Von Victor Cornetz, ingénieur civil, ehemals Assistent für Mathematik an der technischen Hochschule zu Karlsruhe.  
(Mit 5 Abbildungen.)

Erstes fundamentales Experiment. Fig. 1, 2, 3.

Im Schatten, kein Wind.

Fig. 1. In N habe ich das einzige Eingangsloch einer kleinen unterirdischen Stadt von *Messor barbarus*. Alle meine Arten machen keine ausserirdischen Bauten wie in Europa, denn der trockene warme Boden genügt zur Einrichtung der Larvenzimmer.\*)

Die Ameisenmutter, welche nach ihrem nuptialen Flug hier ihr Nest gründete, hatte wirklich kein Glück. Auf diesem Platz ist geradezu keine Nahrung in der Nähe für diese kornfressende Art. Hier und da bringt der Wind Samen von Platanen (gebrochene Platanenkätzchen, chatons, boules de platanes). Dicht befahrene Ameisenstrassen, welche nach einem reichen Kornsamenhaufen führen, beobachtete ich hier nie. Desto interessanter war für mich dieses Nest, denn es gingen öfters isoliert forschende Ameisen nach allen Richtungen hin und sie kamen fast immer ohne Fund zurück. Kornfelder sind keine in der Nähe, nur ein Garten mit gar wenigen Kornpflanzen; dieser Garten birgt aber den furchtbarsten Feind der *Messor*-Ameisen, die Kröte. -- In den täglichen Exkrementen einer Kröte zählte ich bis zu 300 Köpfe der grössten *Messor*-Arbeiterinnen. — Diese *Messor*-Familie führt also ein armseliges Leben.

Die Bodenfläche ist äusserst günstig für meine Zwecke. Auf weicher, etwas kaltfeuchter Erde befindet sich eine 2 cm dicke Schicht Staub und ganz lockerer Erde, hier und da winzig kleine Steine und kleine Blätter. Bis gegen Mittag bin ich im Schatten von Eucalyptusbäumen und ich kann bequem alle Einzelheiten des Ameisenganges in gehöriger Entfernung hinter dem Insekt auf den Staub zeichnen.

An einem Morgen warte ich am Nest. Nur eine grosse Arbeiterin, 10 mm lang und wohl erkennbar an den rötlichen Flecken ihres grossen Kopfes, kam gegen 9 $\frac{1}{2}$  Uhr heraus und blieb als einzigstes Insekt an diesem Morgen draussen.

Die Ameise reist nach Nord-Westen ab, zuerst rasch und geradeaus; dabei schwankt sie, beinahe unmerklich, mit den Fühlhörnern und mit dem Vorderkörper. Diese kleinen Oscillationen sind geradezu mathematisch gleich. Nach 45—50 cm neigt sich der Gang etwas links. Dann macht das Insekt eine langsame Forschung am Orte R<sub>1</sub> und zwar links, nimmt darauf rasch laufend die nordwestliche Richtung genau wieder ein und macht wieder eine Forschung am Orte R<sub>2</sub>. Vor die

\*) Im Winter und in Tunisien ist *Tapinoma* wohl fähig, ausserirdische Bauten zu machen. Siehe Dr. Santschi, Quelques observations nouvelles et remarques sur la variabilité de l'instinct de nidification chez les fourmis. Journal für Psychologie und Neurologie. Leipzig. 1908.

Ameise in  $G_1$  stelle ich einen kleinen Haufen von Platanensamen, dicht gepresst. Während das Insekt arbeitet, um ein Samenkorn loszubekommen, gewinne ich Zeit den Hinlauf aufzuzeichnen. Die Ameise reist nun mit einem Samenkorn vom Haufen ab und zwar mit einem ganz geringen Richtungsfehler. Sie sucht das Eingangsloch  $N$  zu früh auf, am Orte  $r$ , und dann später näher mit besserem Erfolg. — Während die Ameise

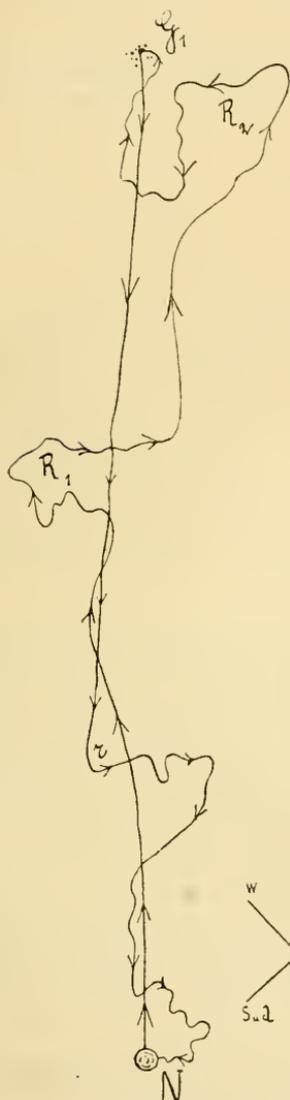
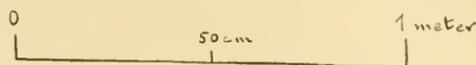


Fig. 1.

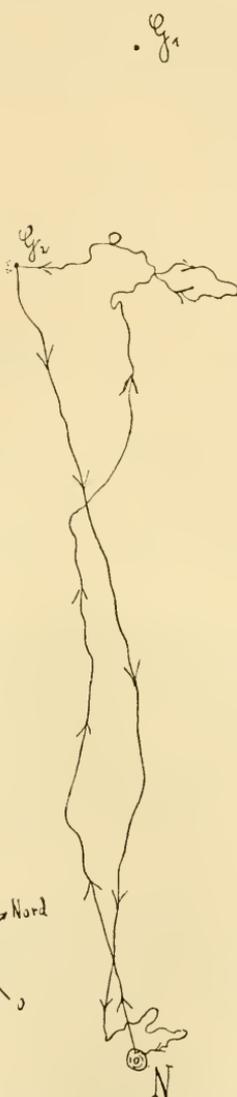


Fig. 2.

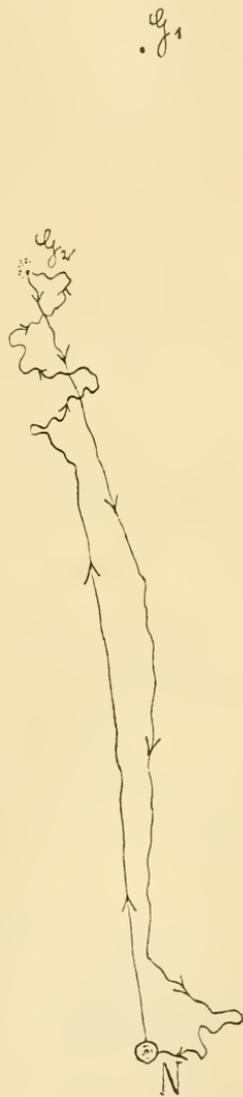


Fig. 3.

sich im Nest befindet fege ich die ganze Fläche etwa 1 cm tief, also diesmal nicht bis zum festen Erdboden. Ich verändere die Oberfläche vollständig, bringe anderen Staub, andere Erde usw. Auch das Terrain unmittelbar um das Loch  $N$  wird mit dem Besen sorgfältig verändert.

Fig. 2. Bald darauf kommt die Ameise heraus. Ohne irgend ein Zögern geht sie auf dem neuen Boden nach Nordwesten, aber mit einem Richtungsfehler von 10 Bogengraden. Eine Ameise ist kein Geometer! Das kann man sich denken. Man sieht nun bei Fig. 2, dass die Ameise das Herumsuchen nach dem Orte  $G_1$ , welches Suchen hier, wie bei vielen Reisen, ein seitlich-senkrechttes Suchen ist, 60 cm zu früh unternimmt. Um keine Zeit zu verlieren, gebe ich ihr deshalb in Punkt  $G_2$  den kleinen Kornhaufen. In der Folge liess ich den Haufen immer in  $G_2$ . — Die Ameise geht zum Nest N mit einem Samenkorn ähnlich wie bei ihrer ersten Forschungsreise zurück.

Während die Ameise sich im Nest aufhält, arbeite ich wieder mit dem Besen wie vorhin. Die ganze Fläche wird verändert, diesmal etwas tiefer, beinahe bis zur festen Erde; besonders sorgfältig die direkte Umgegend des Eingangloches.

Fig. 3. Es folgt nun die dritte Reise meiner Ameise und wiederum ohne irgend ein Zögern beim Abgang.

Das Insekt hat dann noch 9 solche Reisen gemacht, alle ähnlich wie Fig. 3; sie waren aber immer verschieden, was die „Details“ anbelangt. Zwischen jeder dieser Reisen, dazu auch manchmal vor der Rückkehr von  $G_2$  nach N, habe ich die Bodenfläche vollständig verändert. Ein Mal habe ich alles weggefegt, darauf eine 2 cm dicke Schicht von lockerem Material wieder hergestellt, auch kleine Erdwellen konstruiert usw. Dies alles hat meine Ameise nicht behindert. Bei der zwölften und letzten Reise, um 11<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr, wanderte das Insekt auf warmem, von der Sonne beschienenem Boden. Jetzt wurden ihre Bewegungen hastig, sie ging um den Samenhaufen  $G_2$  herum ohne an den Kornsamensamen zu arbeiten, lief dann rasch zum Nest und kam nicht wieder heraus. (Die warme, dunkle Erde, zu 42° Celsius an der Oberfläche, tötet eine grosse *Messor* in 2—3 Minuten, eine kleine *Pheidole* in 8—10 Sekunden).

Bei allen diesen Rückwanderungen zum Nest kann von „chiotropismen“, von tactilen Merkmalen usw. gar nicht die Rede sein, denn die Bodenfläche ist jedesmal vollständig verändert worden. Ganz in der Nähe des Loches empfindet die Ameise sehr wahrscheinlich einen aus dem Loch strömenden Geruch, dafür habe ich eine Reihe von Experimenten, welche deutlich den Einfluss des mehr oder weniger günstigen Windes sichtbar machen. Dass aber nur ganz in der Nähe eine Geruchsanziehung existieren kann, zeigt als Nebenresultat mein zweites Experiment.

Diese zwölf Reisen, welche ich alle in meinem Album dargestellt habe (Fig. 40 bis Fig. 51), sowie die Reisen, welche sofort nach einem grossen Regen aufgenommen wurden, zeugen von zwei Tatsachen: Orientierungssinn und Schätzung der durchgelaufenen Entfernung, und bei diesen Beispielen speziell, mit Ausschluss von den oben erwähnten äusseren Merkmalen.

Die erste Fakultät des Insektes ist sehr fein, die Orientierungsfehler sind immer sehr klein. Gröber sind die Resultate was die jedesmalige Schätzung der durchgelaufenen Entfernung N— $G_2$  und  $G_2$ —N betrifft. Wie in Fig. 3 suchte das Insekt den Kornhaufen immer zu früh auf und zwar 40—60 cm, fand ihn aber immer, denn es suchte nach Nord-Westen oder seitlich-senkrecht dazu.

Die Fähigkeit, auf der Rückkehr die Entfernung zu schätzen, habe ich mittelst Messungen festgestellt und in meinen Arbeiten ausführlich analysiert. Sie ist von Mr. Henri Piéron (1894) nachgewiesen worden, mit der wohl sehr plausiblen Erklärung eines Muskulargedächtnisses (*mémoire musculaire kinéthésique*). Durch die Arbeit der Muskeln entsteht eine sinnlich dauernde Angabe (*donnée sensorielle persistante de la quantité d'efforts musculaires faits à l'aller*). Vor meinen Arbeiten wollte aber H. Piéron alles auf Muskulargedächtnis zurückführen; nun sind Podometer oder Dynamometer doch nicht genügend, Boussole muss doch auch dabei sein, also reine Orientierung. Wohl zu beachten ist in dieser Hinsicht, dass alle meine Ameisenreisen zeigen, dass ein kinematisches oder kinematographisches Muskulargedächtnis niemals existiert. Bei allen, wie bei den zwölf Reisen von Fig. 1 und folgenden, sind die Aufeinanderfolgen, die Einzelheiten der Rückwanderungen und der Hinreisen immer verschieden. Diese von einander immer verschiedene Aufeinanderfolge von Bewegungen und Körperhaltungen haben aber das Gemeinschaftliche, dass sie sich um Gleichgewichtslinien (*axes de sinuements*) von nahezu gleicher Orientierung ausgleichen.

Als meine Ameise von Fig. 1 in  $G_1$  den ersten Rückzug unternimmt, ist ihr Sensorium im Besitz einer Richtung  $G_1-N$ ; auf diese Angabe stützen sich, offenbar mehr oder weniger gut, die Richtungen aller folgenden Reisen auf verändertem Boden.\*) Ich meine, dass ist eine Tatsache! Woher diese Orientierung, woher diese Richtung  $G_1-N$  im Sensorium?

Nun höre ich eine Stimme aus alter Zeit, aus der Zeit von Bernardin de St. Pierre. Sie ruft: „Instinkt ist es, geheimnisvoller Naturtrieb, Anziehung des Heims, Homing instinct.“ — Als Antwort darauf kommt mein zweites Experiment.

#### Zweites fundamentales Experiment.

Dicht an demselben Eingangsloch N stelle ich ein trockenes Platanenblatt und darauf einige Samenkörner. Die Umgegend ist nicht gefegt worden seit zwei Tagen. Bald steigt eine grosse Arbeiterin auf mein Blatt und interessiert sich für die Samen. Möglichst sanft nehme ich nun das Blatt samt dem Insekt fort und stelle es ruhig auf den Boden in 2 bis 3 Meter Entfernung von N, sagen wir im Punkte  $G_1$  von Fig. 1. Die Ameise hat nun ein Samenkorn herausgearbeitet und steigt damit vom Blatt hinunter. Was tut sie nun? Sie dreht sich fortwährend auf dem Boden herum und beschreibt grobe Spiralen oder Kreisbögen, Schleifenlinien, kurzum sie zeigt sich vollständig unfähig, die Richtung  $G_1-N$  einzuschlagen. Das Experiment habe ich mit meinen sieben Ameisenarten etwa 150 Mal gemacht; das Resultat war immer dasselbe: die Unfähigkeit der Orientierung nach N. — Wo bleibt der geheimnisvolle Naturtrieb bei meinen Ameisen? Wie steht es mit der Anziehung des Heims, mit dem Hominginstinkt? —

Meine fortgetragene Messorameise dreht sich also fortwährend herum, kommt nach und nach weiter entfernt um  $G_1$ , aber nicht mehr nach der einen als nach der anderen Seite; das dauert lange, sehr lange. Ist die Ameise nur auf 2 bis 3 Meter Entfernung getragen worden, so

\*) Ich hätte vor der ersten Rückkehr von  $G_1$  nach N fegen können, wie ich es sonst gewöhnlich tue; dies hätte den Insekt nicht im Geringsten behindert

kann es eine halbe bis dreiviertel Stunde dauern, bis das Insekt durch das weiter und weiter gehende Herumdrehen endlich in unmittelbare Nähe des Loches kommt und dann hier äussere Merkmale findet.\*) — Nun kam meine Ameise von Fig. 1 in etwa zwei Minuten von  $G_1$  nach N zurück!

Ist nun der Rückkehrprozess dem Leser nicht sonnenklar durch Vergleichung der beiden Experimente?

Wenn ich meine Ameise von Fig. 1 vor ihrer ersten Reise, statt sie von selbst nach  $G_1$  gehen zu lassen, in N samt der Nahrung, also nach der Art des zweiten Experiments, aufgefangen und sie also nach  $G_1$  getragen hätte, was hätte sie dort getan? — Sie hätte sich auf dem Boden herumbewegt, wie alle meine fortgetragenen Ameisen es tun, ihr Sensorium wäre also nicht im Besitz der Richtung  $G_1$ —N gewesen. — Also rührt die Existenz der direkten und raschen Rückkehrmöglichkeit im Sensorium von der gemachten Hinreise her, wie verschieden auch die Rückkehrlinie in ihren Einzelheiten von der Hinreisespur sein mag (Fig. 1).

Es muss zwischen beiden Linien etwas Gemeinschaftliches existieren. Ohne Hinreise ist bei meinen Ameisenarten keine direkte Rückkehr möglich! Die Rückkehr der isoliert forschenden Ameise muss in irgend einer Beziehung Funktion der Hinreise sein. Wie weit entfernt eine isoliert forschende Ameise meiner Arten auch bei ihrer Hinreise gelangt sein mag, z. B. bei einem Punkte X fünfzig Meter weit vom Nest, so gilt meine Induktion allgemein. Die Hinreise kann mir unbekannt sein, sie braucht nicht beobachtet worden zu sein, sie allein ist es, welche die direkte rasche Rückkehr bedingt hat. — Woher der Inbesitz der Richtung  $G_1$  N oder X—N, fragte ich oben? Von der Hinreise her, lautet die Antwort.

Nachdem ich diese einfache Induktion durch Vergleichung meiner zwei fundamentalen Experimente gewonnen hatte, war es mir klar, dass die notwendig existierenden Beziehungen zwischen Hinreise und Rückkehrlinie nur durch direkte Beobachtungen von Hinreisen zu erlangen waren. Wie geht die isoliert forschende Ameise ins Weite? Das war also das weitere Problem.

Die Reise von Fig. 1, die nur 2 m 60 cm lang ist, zeigt alle Erscheinungen einer Messorreise von 40 m und noch mehr. Die Ameise hat zuerst rasch und regelmässig geschwankt oder oszilliert in gerader Richtung nach Nordwesten und dies während 40 bis 50 Centimeter. Das ist die Hauptsache für die ganze Reise ins Weite einer solchen forschenden Ameise. Aeusserer taktile oder riechende Merkmale, das alles sind wohl nützliche Hilfsmittel nahe am Nest bei der Rückkehr, sie sind aber nicht notwendig, sie sind von untergeordneter Bedeutung. Das beweist das Fegen mit dem Besen. — Die Richtung Nordwest regiert nun die ganze Reise und darum auch die Rückkehr im umgekehrten Sinn. — Mögen auch zehn oder noch mehr solcher Forschungsflächen wie  $R_1$  und  $R_2$  von Fig. 1 im Laufe der Hinreise vorkommen

\*) Auf grössere Entfernungen dauert das Herumlaufen stundenlang, bis das Insekt die nahe Nestgegend kreuzt und sich dann ausfindet. Bei diesem zweiten Experiment ist also die topochemische Fakultät der Fühlhörner (Forel) von gar geringem Nutzen bei meinen Ameisenarten und also nur in der Nähe des Nestloches.

und mögen auch diese Forschungsflächen oft ein viel verwickelteres Suchen vorweisen als bei  $R_1$  und  $R_2$ , so kommt doch die ursprüngliche Anfangsrichtung immer wieder zwischen den Forschungsflächen zum Vorschein und zwar mit Abweichungen höchstens von sehr wenigen Bogengraden.

Alle meine weiten Ameisenreisen der sieben Ameisenarten zeigen eine Verwandtschaft, eine Invariante. Auf diese Dokumente gestützt nenne ich sie das konstante Wiedererscheinen der einmal eingeschlagenen Reiserichtung. Auch viele kurze Reisen, nur 30 bis 40 Zentimeter lang, folgen der Regel. Natürlich sind ganz kurze Gänge aus dem Loch oft unregelmässig, denn da ist die Ameise auf nahen bekannten Boden und äussere Merkmale sind da dicht gedrängt.

Meine Sammlungen geben also dem aufgestellten Problem folgende Lösung:

Die Forschungsreise einer Ameise meiner Arten ist nicht irgendwelcher Form. Sie ist nicht eine regellose Polygonlinie wie die Reise einer Biene, welche von Strauch zu Strauch fliegt und dann reichbeladen das Polygon direkt zu schliessen vermag. Die isoliert forschende Ameise meiner Arten reist radienmässig oder radienförmig vom Nestloch als Zentrum ins Weite hinaus.

(Fortsetzung folgt.)

---

### *Ueber einen eigentümlichen Nestbau von Osmia bicornis* L.

Von Dr. Paul Lozinski, Krakau.

(Mit 9 Abbildungen).

Im Sommer 1908 habe ich die Gelegenheit gehabt, ein sehr interessantes Nest der Bienengattung *Osmia bicornis* L. zu beobachten. Dieses Nest war von einem Weibchen in einem offenen Glasrohr angelegt, welches auf dem Dachboden eines in der Umgebung von Krakau gelegenen Bauernhauses unter anderen Gegenständen im Staube längere Zeit verlassen lag. Das Nest wurde mir am 17. Mai übergeben, und aus der Erzählung des Ueberbringers, eines Landmanns, habe ich soviel feststellen können, dass die Anlage des Nestes 4—6 Wochen vorher begonnen und ungefähr 3—4 Wochen Zeit beansprucht hatte. Das Glasrohr, in welchem das Nest angelegt war, lag an einem halbdunklen Orte, es war jedoch so viel belichtet, dass man das Umherfliegen des Weibchens sowie sein Hinein- und Heraus kriechen wohl beobachten konnte. Der Bauer war über das Begehren des am Glasrohre sich müssig aufhaltenden Insekts verwundert und liess es ungestört weiter arbeiten, bis er, sobald das Weibchen längere Zeit am Neste nicht mehr zu sehen war, das Glasrohr dem Staube entnahm und zu mir in die Stadt brachte.

Das Glasrohr hatte eine Länge von 147 mm und war an beiden Enden offen. (Fig. 1). Die Stärke des Rohres betrug ungefähr 10 mm, dasselbe hatte einen Innendurchmesser von 7.5 mm. Innen befanden sich 9 volle Zellen sowie eine leere an einem Ende des Rohres, welche ich als „oberes“ bezeichne. Obwohl das Rohr an seinen beiden Enden offen, daher anfangs gleich zugänglich war, liess sich der Grund des Nestes, wo die erste Zelle angelegt wurde, leicht nach der Grösse der in den Zellen sich befindenden Larven bestimmen, indem die grösste Larve auch die zuerst angelegte Zelle bewohnen musste. Für die richtige Bestimmung der Reihenfolge der Zellen, welche mit den Zahlen 1, 2, 3 usw. auf Fig. 1 angedeutet ist, spricht die Bauart der Zellen, sowie